

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

12084353

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 6292988 A2 941021 <No. of Patents: 002>

DEVICE AND METHOD FOR FILM PROCESSING (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): SHINOHARA HISATO

IPC: \*B23K-026/06; B23K-026/00; B23K-026/08; H01L-021/302

Derwent WPI Acc No: \*G 95-009260; G 95-009260

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
<b>JP 6292988</b>	A2	941021	JP 93112355	A	930416	(BASIC)
JP 2706716	B2	980128	JP 93112355	A	930416	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 93112355 A 930416

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04621088    \*\*Image available\*\*

DEVICE AND METHOD FOR FILM PROCESSING

PUB. NO.:    06-292988 [JP 6292988 A]

PUBLISHED:    October 21, 1994 (19941021)

INVENTOR(s): SHINOHARA HISATO

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:    05-112355 [JP 93112355]

FILED:        April 16, 1993 (19930416)

INTL CLASS:    [5] B23K-026/06; B23K-026/00; B23K-026/08; H01L-021/302

JAPIO CLASS:   12.5 (METALS -- Working); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS)

JOURNAL:       Section:    , Section No. FFFFFFFF, Vol. 94, No. 10, Pg. FFFFFFFF,  
FF, FFFF (FFFFFFFFF)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a laser beam having a definite termination of the end part without effect of the spherical aberration of a lens and to prevent scattering of the laser beam on the surface of a material to be processed when the laser beam is condensed on the surface of the material to be processed in a linear shape.

CONSTITUTION: The laser beam 20 radiated from an excimer laser generating means 1 is expanded by a beam expander 2. The expanded laser beam 21 is cut with its edge part by a slit 3 and condensed in a linear shape by a cylindrical lens 4. A moving table 25 which is moved only in one direction is arranged so that the surface to be processed of a material to be processed 11 comes inside the focal distance of cylindrical lens 4 when mounting the material 11 on the table 25.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-292988

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/06	E	7425-4E		
	A	7425-4E		
26/00	G	7425-4E		
	E	7425-4E		
26/08	D	7425-4E		

審査請求 有 発明の数 2 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-112355

(22)出願日 平成5年(1993)4月16日

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 篠原 久人

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

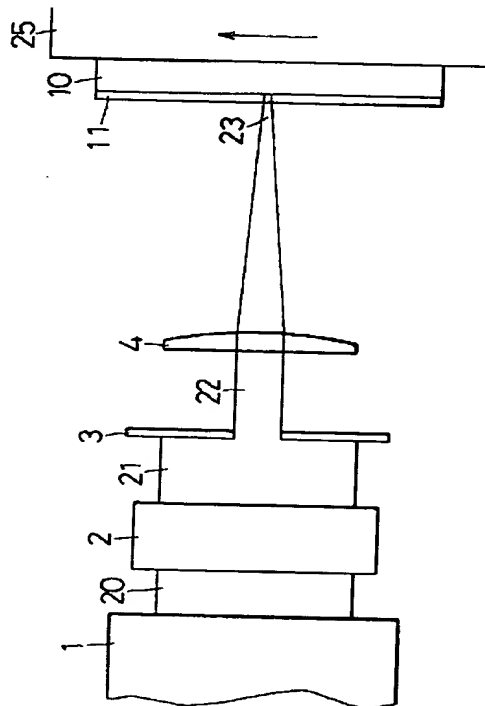
(74)代理人 弁理士 加藤 恭介

(54)【発明の名称】 被膜加工装置および被膜加工方法

(57)【要約】

【目 的】 被加工面に線状に集光させる際に、レンズの球面収差に対する影響のない端部のきれが明確なレーザービームを得ると共に、被加工面においてレーザービームが散乱しない被膜加工装置および被膜加工方法。

【構 成】 エキシマレーザー発生手段(1)から照射されたレーザービーム(20)は、ビームエキスパンダ(2)によって拡大される。この拡大されたレーザービーム(21)は、スリット(3)によってその縁部が除去されると共に、シリンドリカルレンズ(4)によって線状に集光される。一方向に移動する移動テーブル(25)は、被加工部材(11)を載置する時の被加工面がシリンドリカルレンズ(4)の焦点距離の内側に来るように配置される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エキシマレーザ発生手段と、

前記エキシマレーザ発生手段から照射されたレーザビームを拡大するためのビームエキスパンダと、

前記拡大されたレーザビームを線状に集光するシリンドリカルレンズと、

前記拡大されたレーザビームから、その縁部が除去されるように構成するスリットと、

被加工部材を載置した時の被加工面がシリンドリカルレンズの焦点距離の内側に配置すると共に、一方向に移動させる移動テーブルと、

から構成されることを特徴とする被膜加工装置。

【請求項2】 エキシマレーザビームを発生させ、当該エキシマレーザビームをビームエキスパンダによって拡大させる工程と、

前記ビームエキスパンダによって、拡大されたレーザビームをシリンドリカルレンズによって集光する際に、球面収差の影響が発生しない間隔のスリットを用いて絞る工程と、

シリンドリカルレンズの焦点距離の内側に前記スリットおよび被加工部材の加工位置を配置する工程と、

加工位置に配置された被加工部材を一方向に移動する工程と、

からなることを特徴とする被膜加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、太陽電池、ディスプレイ装置等に用いられる透光性導電膜のフォトリソを用いることなく、線状の紫外光による直接描画を行って選択加工ができる被膜加工装置および被膜加工方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】透光性導電膜のフォトリソを用いることのない被膜加工方法としては、レーザ加工技術が知られている。そして、光加工に用いるレーザは、たとえばYAGレーザ光(波長 $1.06\mu\text{m}$ )がある。この波長によるレーザ加工方法においては、スポット状のビームを被加工部材に照射すると共に、このビームを加工方向に走査し、点の連続の鎖状に開溝を形成せんとするものである。そのため、このビームの走査スピードと、加工に必要なエネルギー密度とは、被加工部材の熱伝導度、昇華性に加えて、きわめて微妙に相互作用する。そのため、レーザ加工技術は、工業化に際しての生産性を向上させつつ、最適品質を保証するマージンが少ないという欠点を有する。

【0003】さらに、そのレーザ光の光学的エネルギーバンド幅は、 $1.23\text{eV}$ ( $1.06\mu\text{m}$ )しかない。他方、ガラス基板または半導体上に形成されている被加工部材、たとえば、透光性導電膜は、 $3\text{eV}$ ないし $4\text{eV}$ の光学的エネルギーバンド幅を有する。このため、酸化スズ、酸化イ

ンジウム(ITOを含む)、酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )等の透光性導電膜は、YAGレーザ光に対して十分な光吸収性を有していない。また、YAGレーザ光のQスイッチ発振を用いるレーザ加工方式においては、レーザ光を平均 $0.5\text{W}$ ないし $1\text{W}$ (光径 $50\mu\text{m}$ 、焦点距離 $40\text{mm}$ 、パルス周波数 $3\text{kHz}$ 、パルス幅 $60\text{ns}$ の場合)の強さの光エネルギーを走査スピードが $30\text{cm/分}$ ないし $60\text{cm/分}$ で加えて加工しなければならない。

【0004】その結果、このレーザ光により透光性導電膜の加工は、行ない得るが、同時にその下側に設けられた基板、たとえばガラス基板に対して、マイクロクラックを発生させ、損傷させてしまった。また、たとえば、特開昭57-94482号公報には、エキシマレーザがビームエキスパンダで拡大された後、円柱レンズと矩形スリットとによって、矩形ビームに形成され、この矩形ビームの投影像を被加工部材表面に結像させて、その表面を加工することが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のYAGレーザ光を用いた加工方式は、スポット状のビームを繰り返し照射しながら、被加工部材を走査する。たとえば、透光性導電膜が形成されている基板にレーザビームを照射した場合、レーザビームは、透光性導電膜を透過して、下地基板に微小クラックを発生させる。このクラックは、レーザ光によって形成される円形が連続してでき、いわゆる「鱗」状に作られてしまった。また、従来におけるYAGレーザ光のQスイッチ発振を用いる方式は、そのレーザビームがパルス状であるため、その尖頭値の出力が長期間の使用においてバラツキやすく、使用の度にモニターでのチェックを必要とした。

【0006】さらに、 $10\mu\text{m}$ ないし $50\mu\text{m}$ 幅の微細パターンは、基板の同一平面上に、多数選択的に形成させることがまったく不可能であった。また、レーザビームを照射した後、被加工部材の透光性導電膜の一部が残渣となる。この残渣は、レーザビームによって十分に絶縁物化されていないため、酸溶液(弗化水素系溶液)によりエッチングを行わなければならなかった。また、従来の技術は、光学系によってレーザビームを焦点距離より先に結像することで被加工部材を微細に加工していた。しかし、本出願人は、この方法において、二つの問題点を発見した。すなわち、第1はシリンドリカルレンズの球面収差である。このシリンドリカルレンズの球面収差は、スリットによって絞られたレーザビームの一部が散乱して、シリンドリカルレンズの周辺部を通過するため起きる。したがって、微細加工を行なうには、レンズの球面収差がある以上、その程度に限度があった。

【0007】また、第2は被加工面の直前でレーザビームの焦点が結ばれていることである。被加工部材の表面の近傍でレーザビームの焦点が結ばれると、すなわちシリンドリカルレンズに対して平行なレーザビームと、シ

リンドリカルレンズの中心を通過するレーザービームは、焦点に集められる。そして、レーザービームの集中される焦点部分は、レーザービームに含まれている赤外線によってプラズマ化されていることが判った。そして、この部分でのプラズマ化は、波長の短い紫外線を散乱させ所望の幅の加工を困難にしていることが判った。本発明は、以上のような課題を解決するためのもので、被加工面に線状に集光されたレーザービームを形成させること、その線状に集光されたレーザービームとして球面収差の影響のない端部のきれが明確なレーザービームを得ること、および被加工面においてレーザービームが散乱しない被膜加工装置および被膜加工方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(第1発明) 本発明の被膜加工装置は、エキシマレーザ発生手段(1)と、前記エキシマレーザ発生手段(1)から照射されたレーザービーム(20)を拡大するためのビームエキスパンダ(2)と、前記拡大されたレーザービーム(21)を線状に集光するシンドリカルレンズ(4)と、前記拡大されたレーザービーム(21)から、その縁部が除去されるように構成するスリット(3)と、被加工部材(11)を載置した時の被加工面がシンドリカルレンズ(4)の焦点距離の内側に配置すると共に、一方向に移動させる移動テーブル(25)とから構成される。

【0009】(第2発明) 本発明の被膜加工方法は、エキシマレーザビームを発生させ、当該エキシマレーザビームをビームエキスパンダ(2)によって拡大させる工程と、前記ビームエキスパンダ(2)によって、拡大されたレーザービームをシンドリカルレンズ(4)によって集光する際に、球面収差の影響が発生しない間隔のスリット(3)を用いて絞る工程と、シンドリカルレンズ(4)の焦点距離の内側に前記スリット(3)および被加工部材(11)の加工位置を配置する工程と、加工位置に配置された被加工部材(11)を一方向に移動する工程とからなることを特徴とする。

【0010】

【作 用】

(第1発明および第2発明) エキシマレーザ光は、初期の光照射面が矩形で、その強さも照射面内で概略均一である。ビームエキスパンダは、レーザービームの幅を広げ、ビーム形状を長方形にし、その面積を大面積化するものである。レンズは、レーザービームを線状に集光させるためのもので、ビームエキスパンダでレーザービームの幅を広げた後、その一方向に沿って筒状の棒状集光レンズ、たとえばシンドリカルレンズによって、レーザービームを線状に集光する。しかし、この線状に集光されたレーザービームの幅を $50\mu\text{m}$ 以下にするためには、このシンドリカルレンズ(棒状集光レンズ)の球面収差が無視できなくなる。球面収差は、集光された光の周辺部にガウス分布に従った強度の弱くなる領域を発生させる。

そのため、線の端部のきれが明確でなくなる。加えて $10\mu\text{m}$ ないし $30\mu\text{m}$ 、たとえば $20\mu\text{m}$ の幅の線状の開溝を作ることはさらに不可能になる。

【0011】このため、本発明において、ビームエキスパンダによって拡大されたレーザービームは、シンドリカルレンズを通す際に球面収差がでないように、シンドリカルレンズの焦点の内側に配置されたスリットによってその縁部が取り除かれる。すなわち、レーザービームは、シンドリカルレンズに入射する前にスリットを通ることにより、シンドリカルレンズの球面収差が無視できる幅に絞られる。そして、スリットとシンドリカルレンズとの距離が短いため、スリットを通過したレーザービームは、発散してシンドリカルレンズの周辺部を通過することがない。また、被加工面は、シンドリカルレンズの他方の焦点の内側、たとえば焦点の直前に配置される。

【0012】被加工面を上記配置にすると、シンドリカルレンズに対して平行に入射するレーザービーム、およびシンドリカルレンズの中心を通過するレーザービームは、被加工面の後に位置する焦点に集まる。そのため、被加工面の直前において、レーザービームどうしは、ぶつかることなく、プラズマ化されてレーザービームを散乱させることもない。その結果、シンドリカルレンズによって線状に集光されたレーザービームは、たとえば $10\mu\text{m}$ ないし $30\mu\text{m}$ 幅でかつ端部のきれを明確に照射できるようになった。さらに、被加工部材を載置した移動テーブルを移動させることにより、たとえば複数の開溝を高速で加工することができる。さらに、スリットおよび被加工面をシンドリカルレンズの焦点内に配置するため、微細加工が可能であると同時に、被膜加工装置の大きさを小型化することができる。

【0013】

【実施例】図1はエキシマレーザを用いた本発明の一実施例で、被膜加工装置の系統図を示す。図2(A)ないし(D)は図1に示す系統図における各レーザービームの形状を説明するための図である。図1において、被膜加工装置は、エキシマレーザビーム(20)を発生するエキシマレーザ発生手段(1)と、当該エキシマレーザビーム(20)を拡大するビームエキスパンダ(2)と、ビームエキスパンダ(2)によって拡大されたビーム(21)の縁部を削除して線状のレーザービーム(22)とするスリット(3)と、当該スリット(3)から出る線状のレーザービーム(22)を集光するシンドリカルレンズ(4)と、表面上に被加工部材(11)を形成する基板(10)を載置して図示矢印方向に移動する移動テーブル(25)とから構成される。

【0014】上記被膜加工装置に使用したエキシマレーザビームは、たとえば波長 $248\text{nm}$ 、エネルギーバンド(Eg) =  $5.0\text{eV}$ のものを用いた。すると、図2(A)に示すように、初期のエキシマレーザビーム(20)は、大きさが $16\text{mm} \times 20\text{mm}$ で、効率3%であるため、 $350\text{mJ}$ を

有する。さらに、このエキシマレーザビーム(20)は、ビームエキスパンダ(2)によって長面積化または大面積に拡大される。すなわち、図2(B)に示すように、拡大された後のエキシマレーザビーム(20)の大きさは、 $16\text{mm} \times 300\text{mm}$ にする。この被膜加工装置は、この時、 $5.6 \times 10^{-2}\text{mJ/mm}^2$ のエネルギー密度を得た。

【0015】次に、拡大されたレーザビーム(21)は、たとえば $2\text{mm} \times 300\text{mm}$ の間隔を有するスリット(3)を透過した後、図2(C)に示すように、 $2\text{mm} \times 300\text{mm}$ の線状のレーザビーム(22)となる。さらに、上記レーザビーム(22)は、合成石英製のシリンドリカルレンズ(4)によって集光され、図2(D)に示すように、加工面での開溝幅が $20\mu\text{m}$ となるように集光された線状のレーザビーム(23)となる。スリット(3)とシリンドリカルレンズ(4)との距離は、シリンドリカルレンズ(4)の焦点距離より短く配置した。この時、使用するスリット(3)の幅は、特に決まっていなくても、シリンドリカルレンズ(4)の球面収差が影響しない程度にレーザビームを絞る必要がある。また、被加工部材(11)の開溝幅は、シリンドリカルレンズ(4)の性能により任意に選択可能である。

【0016】図3は本発明の一実施例である被膜加工装置によって基板上に形成されている被加工部材に開溝を加工する際の説明図である。図3に示すように、長さ $30\text{cm}$ 、幅 $20\mu\text{m}$ の集光された線状のレーザビーム(23)は、基板(10)上に形成された被加工部材(11)に照射され、開溝(5)、(6)、(7)が形成される。本実施例の場合、被加工面として、ガラス上の透明導電膜( $E_g = 3.5\text{eV}$ )を有する基板(10)に対して、エキシマレーザ(Questec Inc. 製)を用いた。レーザビーム光は、KrFエキシマレーザによる $248\text{nm}$ の光とした。なぜなら、その光の光学的エネルギーバンド幅が $5.0\text{eV}$ であるため、たとえば被加工部材が透明導電膜の場合、被加工部材が十分光を吸収し、透明導電膜のみを選択的に加工し得るからである。

【0017】レーザビーム光の照射幅は、 $20\text{ns}$ 秒、繰り返し周波数 $1\text{Hz}$ ないし $100\text{Hz}$ 、たとえば、 $10\text{Hz}$ とした。また、被加工部材は、ガラス基板上の透光性導電膜(CTF)である酸化スズ( $\text{SnO}_2$ )が用いられた。この被膜に加工を行うと、1回のみ集光された線状のレーザビーム(23)の照射で、透光性導電膜に開溝(5)が形成され、残渣は、完全に白濁化され微粉末になった。加工の終わった被加工部材(11)は、アセトン水溶液による超音波洗浄(周波数 $29\text{kHz}$ )を約1分ないし10分間行い、残渣となった透光性導電膜を除去した。上記透光性導電膜に開溝を形成する際に、下地のソーダガラスは、全く損傷を受けていなかった。

【0018】図3には、基板(10)上に集光された線状のレーザビーム(23)が照射され、開溝(5、6、7・・・n)を複数個形成した状態が示されている。かくの如

く、1回の集光された線状のレーザビーム(23)を照射するのみで、1本の開溝(5)が形成される。その後、移動テーブル(25)は、図1で示す矢印方向にたとえば、 $15\text{mm}$ 移動し、次に集光された線状のレーザビーム(23)が照射されることによって開溝(6)が形成される。集光された線状のレーザビーム(23)は、たとえば、さらに $15\text{mm}$ 移動した後に照射され、次の開溝(7)が形成される。かくして、 $n$ 回の集光された線状のレーザビーム(23)が照射されることによって、基板(10)上に $n$ 本の開溝が形成される。

【0019】次に、本発明の他の実施例を説明する。水素または弗素が添加された非単結晶半導体(主成分珪素)上に、酸化スズを5重量%添加した酸化インジウム(ITO)が $1000\text{\AA}$ の厚さで電子ビーム蒸着法によって形成され、レーザビームによる被加工面とした。この面を下面とし、真空中(真空度 $10^{-5}\text{torr}$ 以下)とし、 $400\text{nm}$ 以下の波長、たとえば $248\text{nm}$ (KrF)で、集光された線状のレーザビーム(23)は、前記被加工面に照射された。集光された線状レーザビーム(23)は、照射時間幅 $10\text{ns}$ 秒、平均出力 $2.3\text{mJ/mm}^2$ とした。すると、被加工面の前記酸化スズ・酸化インジウムは、昇華し、下地の半導体が損傷することなく、開溝が形成される。そして、この開溝は、前記酸化スズ・酸化インジウム間を絶縁化することができた。

【0020】本実施例により多数の線状開溝を作製する場合、たとえば $15\text{mm}$ 間隔にて $20\mu\text{m}$ の幅を製造すると、 $10\text{Hz}$ /パルスならば、 $0.8$ 分で可能となった。その結果、従来のマスクアライン方式でフォトリソを用いてパターンニングを行う場合に比べて、工程数が7工程より2工程(光照射、洗浄)となり、かつ作業時間を5分ないし10分とすることができて、多数の直線状開溝を作る場合にきわめて低コスト、高生産性を図ることができた。本実施例は、被加工面より十分離れた位置にスリットを配設して用い、かつ被加工面上に密着してフォトリソを用いない方式であるため、スリットの寿命が長く、フォトリソのコート(塗布)、プリベーク、露光、エッチング、剥離等の工程がない。

【0021】本実施例では、開溝と開溝間の幅(加工せずに残す面積)が多い場合を記した。しかし、光照射を隣合せて連結化することにより、たとえば残っている面積を $20\mu\text{m}$ 、除去する面積を $400\mu\text{m}$ とすることも可能である。また、本実施例の光学系において、ビームエキスパンダと被加工面との間に光学系をより高精度とするため、インテグレート、コンデンサレンズおよび投影レンズを平行に挿入してもよい。また、非単結晶半導体をエキシマレーザでアニールして結晶化させることができ、この時の非単結晶半導体基板の温度は、室温ないし $400^\circ\text{C}$ である。このような光加工方法は、薄膜絶縁ゲート型電界効果トランジスタ(TFT)におけるチャネル形成領域、またはソース領域、ドレイン領域の結晶

化に用いられる。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、レーザービームの縁部が除去されるスリットをシリンドリカルレンズの焦点の内側に配置して、スリットとシリンドリカルレンズとの距離を短くしたため、レーザービームがシリンドリカルレンズに達するまでに広がらないので、レンズによる球面収差を起こさない。本発明によれば、被加工面をシリンドリカルレンズの焦点の内側に配置したため、レーザービームによるプラズマが発生しないため、レーザービームを散乱させることなく、ビーム幅の狭い微細加工が可能である。本発明によれば、微細加工中に所望箇所にのみレーザービームが照射されるため、導電性の被加工部材は、十分に絶縁化されずに導電体のまま残渣として残らない。本発明によれば、スリットおよび被加工表面をシリンドリカルレンズの焦点内に配置しているため、装置が小型にできる。本発明によれば、集光された線状のレーザービームが照射されている被加工部材を移動テーブルによって一方向に移動するため、たとえば開溝等加工が高速化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】エキシマレーザを用いた本発明の一実施例で、被膜加工装置の系統図を示す。

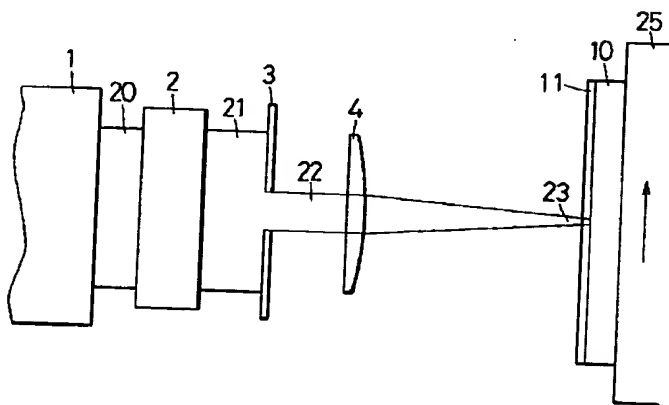
【図2】(A)ないし(D)は図1に示す系統図における各レーザービームの形状を説明するための図である。

【図3】本発明の一実施例である被膜加工装置によって基板上に形成されている被加工部材に開溝を加工する際の説明図である。

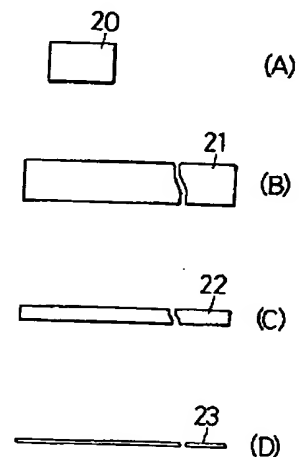
【符号の説明】

- (1)・・・エキシマレーザ発生手段
- (2)・・・ビームエキスパンダ
- (3)・・・スリット
- (4)・・・シリンドリカルレンズ
- (5)、(6)、(7)・・・開溝
- (10)・・・基板
- (11)・・・被加工部材
- (20)・・・エキシマレーザビーム
- (21)・・・拡大されたレーザービーム
- (22)・・・線状のレーザービーム
- (23)・・・集光された線状のレーザービーム
- (25)・・・移動テーブル

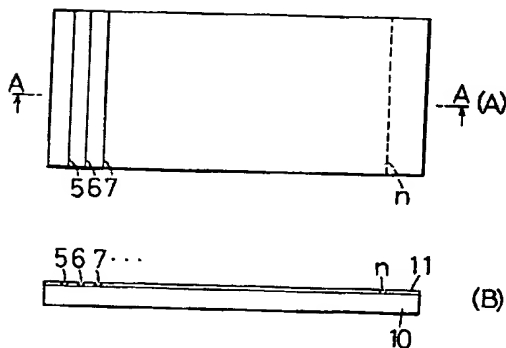
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 9277-4M